第31卷 第4期　　昆虫学报　　Vol. 31, No. 4
1988年11月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Nov., 1988

拟澳洲赤眼蜂生殖系统的研究

利翠英　　李顺珍
(中山大学昆虫研究所，广州)

摘要　拟澳洲赤眼蜂(*Trichogramma confusum*)的体长约0.6mm，腹部长度约0.3mm。雌蜂生殖系统(包括卵巢、生殖腔、受精囊及三种附腺)位于腹部后端，约占腹腔的2/3。成熟的卵巢由两条多滋式的卵巢管组成。两条成熟卵巢的端段细长，扭卷成一条疏松索，基部膨大，内腔贮存大量卵粒。成对的侧输卵管较短，分别开口于生殖腔后方的两侧，中输卵管缺如。受精囊呈梨形，开口于生殖腔后方。雌性生殖系统三种附腺中，第一种附腺是成对的，呈锤状，分别连接于生殖腔前方两侧；第二种附腺，腺体呈球状，其前端以短曲的小管通进膨大的贮腺囊，贮腺囊端部成柄状的弯曲小管，连接于产卵管的基部开口处。第三种附腺的腺体呈杯状，前端为细长的小管，开口于第二种附腺贮腺囊的前端。雄性生殖系统由成对的睾丸、输精管、贮精囊、附腺及单一的射精管组成。蛹的早期到后期至成虫期睾丸的形态结构，各有不同变化。

关键词　拟澳洲赤眼蜂　　生殖系统　　超微结构

赤眼蜂属的昆虫，分布广泛，遍及全球，寄主范围广，是多种农林害虫卵期的重要天敌，利用赤眼蜂防治害虫效果明显。关于赤眼蜂的生物学(蒲蛰龙，1956)，胚胎发育与寄主胚胎发育的相互影响(利翠英，1961)等已有报道，但对赤眼蜂内部器官结构研究仍属少见，近年来为了提高赤眼蜂的防治效能，对高效蜂种的选育研究已开始进行(广东省昆虫研究所，1985)。

本文报道拟澳洲赤眼蜂(*Trichogramma confusum*)生殖器官的解剖、组织及其三种附腺的构造和超微结构，为蜂种选育和进一步了解产生腺液的生理和毒理作用提供依据。

材料和方法

由广东省农科院提供寄生于柞蚕卵或蓖麻蚕卵的拟澳洲赤眼蜂和由本实验室继续转接于柞蚕卵或蓖麻蚕卵的赤眼蜂。

形态和组织学观察：用微细解剖针在精密解剖镜下解剖生殖系统，以S-450扫描电镜作扫描观察，辅之以精密显微镜作整体染色封片观察及相差和暗视野显微镜作活体观察，结合石蜡整体包埋的连续切片观察，确定生殖系统形态和各部分构造。用GMA(乙二醇甲基丙烯酸脂)整体包埋作薄切片，苏木精、伊红染色作组织学观察。

超微结构观察：赤眼蜂生殖器官固定于冷2.5%戊二醛中约1—2小时，经磷酸缓冲液冲洗后，于1%锇酸中固定约1小时，然后将组织块放入醋酸铀液中染色，LKB超薄切片机切片，超薄切片用柠檬酸铅染色。用JEM-100CX/II透射电镜观察。

结　　果

拟澳洲赤眼蜂雌蜂体长约为0.6mm，腹部长约为0.3mm。雌性生殖系统位于腹腔后

本文于1985年12月收到。

段的 2/3，由成对的卵巢及侧输卵管、生殖腔、受精囊和三种附腺组成(图版 I:1)。

卵巢是由二条多滋式的卵巢管组成。两条卵巢管的端段细长，扭卷成一疏松索，其端部伸达腹腔的前端，管腔内为卵子形成各个不同时期的卵母细胞与滋养细胞。卵子发育完成后，即堆积于膨大的卵巢管基部(图版 I:1、2)，每一卵巢一般贮藏约 150 粒卵，最多可达 197 粒。侧输卵管较短，分别开口于生殖腔后方两侧，中输卵管缺如。生殖腔是由一薄层上皮细胞构成的近似于球形的空腔，前方两侧连接生殖腔附腺，后端通向产卵管。受精囊呈梨形，以狭窄的端段开口于生殖腔后部(图版 I:1)。

雌虫生殖系统的三种附腺：第一种是开口于生殖腔前方两侧的锤状附腺，由单层方形腺细胞构成的囊状腺体(图版 I:1、3)。细胞层内缘平滑，呈波浪形起伏，细胞核明显，细胞质内具有不同时期的溶酶体(如髓样体、多泡小体等)、线粒体及微管等(图版 II:13)。这种附腺是相当于一般昆虫生殖器官的润滑附腺。第二种附腺开口于产卵管基端，相当于蜜蜂 (Snodgrass, 1956)，卷叶蛾黑瘤姬蜂 *Pimpla turionellae* (Aubert, 1959) 和其他膜翅目昆虫 (Ratcliffe & King, 1969) 的酸性附腺。这种附腺是由腺细胞构成的球形腺体，以短曲的输腺管通进膨大的梨形贮腺囊(图版 I:5)。贮腺囊端段为柄状的弯曲小管，开口于产卵管基端(图版 I:6)。在扫描电镜下，球状腺体表面的细胞底部隆起，细胞与细胞之间的界限下陷，显示着细胞间的明显分界(图版I:4)。这种附腺的腺体结构较为复杂，由许多腺细胞及管细胞构成(图版 I:7)；腺细胞紧密排列于腺体的外层，管细胞(图版 I:7，Dc)及其所围绕的输腺管及分支小管(图版 I:7，Bd) 位于腺体中部，成为无明显内腔的球形腺体。腺细胞的细胞核较大，富于线粒体、溶酶体、成泡状的粗面内质网和一个特殊结构分泌的细胞器 (Marle, 1977)，名为端器官 (Noirot, 1974) (图版 I:7，Sa)。端器官呈短筒形，由密集而较长微绒毛围成筒的外套，内腔充满疏松的、多层次的网状结构(图版 I:7，图版 II:10、11)，这种结构被认为来源于外胚层细胞 (Marle, 1977)。管细胞围绕腺体前端的输腺管及其向后端延伸的分枝小管的管壁(图版 I:7，图版 II:12)，分枝小管的顶端连接着端器官，分泌物从端器官经分枝小管通过输腺管进入贮腺囊。每一个腺细胞及一根输腺管的分枝小管成为单独的分泌单位。

贮腺囊的囊壁是由扁平上皮细胞构成(图版 II:15)。细胞层的内缘为一较薄的几丁质层。细胞层外面有紧贴着底膜纵横交错的疏松肌肉束，围绕着整个贮腺囊。产卵前的成虫贮腺囊极庞大，长度可达 0.14mm，囊内充满腺液(图版 I:6)。由于产卵时腺液同时排出，随着产卵过程，贮腺囊逐渐缩小(图版 I:4)。大量产卵后的成虫，贮腺囊可缩小至直径只为原长度的 1/3 以至 1/4 的小球状。第三种附腺呈棒状，腺体的囊壁由单层上皮细胞构成(图版 II:14)，这种附腺相当于蜂类(Snodgrass, 1956) 和蚁 (Robertson, 1968；Billen, 1986)的碱性附腺。腺体前段细长，开口于球状附腺的贮腺囊前端(图版 I:1，Cg)。生殖期成虫腺腔充满腺液，其后，随着腺液排出而缩小。

雄虫生殖系统由成对的睾丸、输精管、贮精囊、附腺及单一的射精管和阳茎组成(图版 I:8)。

白色半透明的睾丸位于生殖器官最前端。在不同的发育阶段，睾丸呈现不同形态。早期蛹，生殖细胞未充分发育，睾丸顶部较大，下端稍小，成棒状；蛹后期，随着生殖细胞发育，睾丸变成下部膨大上部稍小的塔形，睾丸内充满一束束的精子；成虫羽化一段时间后，

由于精子的大量排出，睾丸变小变扁，近似菱形(图版 I:8，Te)。

短输精管连于睾丸基部(图版 I: 8，Vd)。输精管下部膨大成一黄色贮精囊(图版 I: 8，Sv)。蛹早期，该囊透过蛹壁可见于腹背近末端两侧处，借此可辨为雄蛹。即将羽化的蛹，贮精囊内充满成熟精子。

成对膨大的附腺位于成对贮精囊末端背侧(图版 I: 8，Ag)，腺体由单层腺细胞组成，整个腺体由一肌肉层所围裹。

附腺下方两侧管相接成一简单的射精管。射精管末端开口于阳茎腔。

讨 论

各类型膜翅目昆虫的生殖系统有其共同基本结构，但亦各具特点。该目昆虫中生殖系统研究得最详尽的首推蜜蜂 (Bender，1943)。蜜蜂具有一对大型卵巢，每一卵巢由160—180 条卵巢管构成，卵巢内有数以千计的卵 (Snodgrass，1956)。而拟澳洲赤眼蜂的每一卵巢，仅有两条卵巢管，卵数远比蜜蜂的少。一般昆虫的卵巢端段通常为卵子形成过程的生殖区，卵子按成熟的先后排列管内。成熟的卵，单个贮存于卵巢管的基端等待产出。成熟卵经侧输卵管和中输卵管到达生殖腔。而拟澳洲赤眼蜂的成熟卵堆积于膨大的贮卵囊中，产卵时通过侧输卵管(无中输卵管)直接进入生殖腔，这些都是拟澳洲赤眼蜂成熟卵贮备与输卵过程的特有方式。

绝大多数昆虫的生殖系统只有一种附腺，一般开口于生殖腔，对保护卵粒有重要作用，其腺液覆盖卵壳的表面，对产卵起润滑作用，也有起着粘结作用的，如结成卵块、卵囊、卵鞘等；而膜翅目的社会性昆虫，如蜜蜂 (Snodgrass，1956) 和东方胡蜂 *Vespa orientalis* (Barr-Nea，1976)，除具有润滑针状产卵管作用的碱性附腺外，还具有开口于针刺形产卵管基部分泌毒液的附腺，称针刺腺或毒腺。毒腺分泌的毒液有毒杀其他昆虫作用，如胡蜂总科 (Vespoidea) 的昆虫在产卵前，寻找适宜于抚育后代的猎物(如鳞翅目幼虫)，针刺毒液使之麻痹，然后产卵其中，被麻痹的幼虫作为其幼虫发育的食料。许多巢穴性的蜂群与蚁群个体的毒腺，既有攻击又有防御作用 (Robertson，1968)。

膜翅目雌虫生殖系统具有两种或三种附腺。拟澳洲赤眼蜂生殖系统有三种附腺，其附腺着生部位与卷叶蛾黑瘤姬蜂 (Aubert，1959) 的三种附腺相似。第一种相当于一般昆虫的润滑附腺。第二种附腺的腺体成一简单球形，腺体内无明显腺腔，由分枝小管汇集成一输腺管进入贮腺囊，这一构造是拟澳洲赤眼蜂生殖系统所具的特点之一。第三种附腺与蜜蜂、黑瘤姬蜂及其他膜翅目昆虫的碱性附腺相似，但蜜蜂、黑瘤姬蜂及其他膜翅目昆虫的碱性附腺分别开口于产卵管基部，而拟澳洲赤眼蜂的碱性附腺则开口于酸性附腺贮腺囊的前端，这一特点，在膜翅目昆虫中迄今未见报道。

据 Snodgrass (1956) 报道，关于蜜蜂碱性附腺的功能有不同见解，有认为蜜蜂的针刺性毒液是由碱性与酸性腺液相混而起毒杀作用的；也有认为碱腺并不开口到针刺内腔，只伸达针刺口的下方，其分泌液不能与酸腺分泌液混合，因此，碱腺应有其独自的功能，可能有润滑针刺的作用或中和针刺后遗留在针刺酸液的作用。蜜蜂的碱腺分泌液覆盖卵面起保护作用，同时还起产卵时润滑作用或粘着卵于蜂巢窝作用。

拟澳洲赤眼蜂的第三种附腺开口于第二种附腺的贮腺囊前端部，看来，这两种附腺的

分泌液是经混合而起作用的。

蓖麻蚕卵被拟澳洲赤眼蜂产卵后，蜂卵周围的卵黄区变质，染色的切片中着色较淡，无卵黄球，与其余部分有显著的区别（图版 I:9），并且蓖麻蚕卵被拟澳洲赤眼蜂产卵后，胚胎发育停止(利翠英，1961)。可以假设，这种影响是拟澳洲赤眼蜂在产卵时由两种附腺分泌的混合液所造成。

拟澳洲赤眼蜂的睾丸随着蜂蛹早期、后期及成虫期而发生变化。这是拟澳洲赤眼蜂睾丸发育过程的特有方式。

参　考　文　献

广东省昆虫研究所图书情报室编译　1985　赤眼蜂研究文集。广东省昆虫研究所出版。

利翠英　1961　赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* Westw. 的个体发育及其对于寄主蓖麻蚕 *Attacus cynthia ricini* Boisd. 胚胎发育的影响。昆虫学报 **10**(4—6):339—54。

蒲蛰龙　1956　甘蔗螟虫卵赤眼蜂繁殖利用的研究。昆虫学报 **6**(1):1—36。

Aubert, J-F. 1959 Biologie de quelques Ichneumonidae Pimplinae. *Entomophaga* 4(2): 75—188.

Barr-Nea, L., P. Rosenberg & J. Ishay 1976 The venom apparatus of *Vespa orientalis*: Morphology and cytology. *Toxicon* 14: 65—8.

Bender, J. C. 1943 Anatomy and histology of the female reproductive organs of *Habrobracon juglandis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Ann. Ent. Soc. America* 36: 537—45.

Billen, J. 1986 Morphology and ultrastructure of the Dufour's and venom gland in the ant, *Myrmica rubra* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* 15(1/2): 13—25.

Marle, J. Van 1977 Structure and histochemistry of the venom glands of the wasps *Microbracon hebetor* Say and *Philanthus triangulum* F. *Toxicon* 15: 529—39.

Noirot, C. & A. Quennedey 1974 Fine structure of insect epidermal glands. *Ann. Rev. Ent.* 19: 61—80.

Ratcliffe, N. A. & P. E. King 1969 Morphological, ultrastructural, histochemical and electrophoretic studies on the venom system of *Nasonia vitripennis* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Morph.* 127: 177—203.

Robertson, P. L. 1968 A morphological and functional study of the venom apparatus in representatives of some major groups of Hymenoptera. *Aust. J. Zool.* 16: 133—66.

Snodgrass, R. E. 1956 Anatomy of the honey bee. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York.

A STUDY ON THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF *TRICHOGRAMMA CONFUSUM*

LEE CUI-YING LI SHUN-ZHEN

(Research Institute of Entomology, Zhongshan University, Guangzhou)

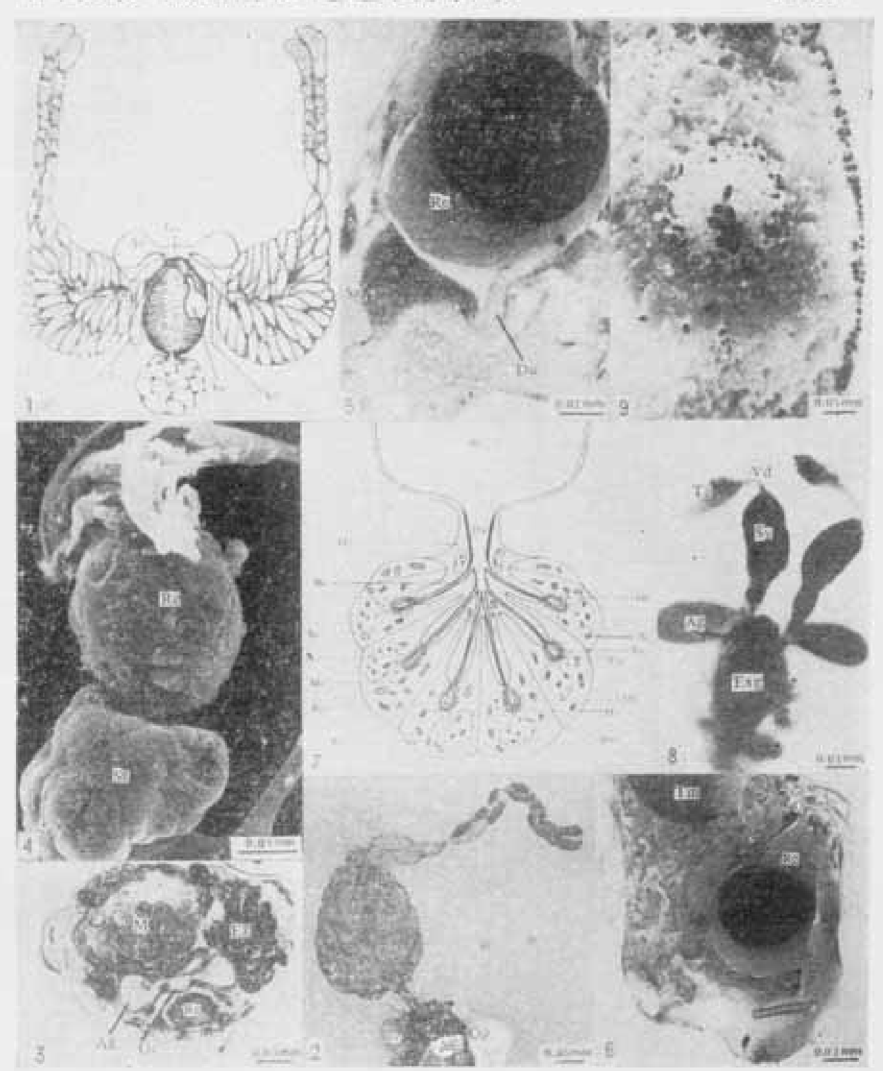
The reproductive system of the female *Trichogramma confusum* occupies about the posterior two-thirds of the abdomen and comprises of paired ovaries, paired lateral oviducts, the genital chamber, the spermatheca, and the accessory glands. The fully developed ovaries consist of two ovarioles. The proximal portion of each ovariole is a relatively large pear-shaped mass of egg pouch. It is generally estimated that each ovariole contains around 150 eggs before oviposition, and the maximum number may reach 197. The anterior portion of an ovariole tapers to a long and slender tube-like zone of growth, the vitellarium. The two long tubes coil up and unite as a single suspensory strand which extands to the anterior part of the abdominal cavity. The paired lateral oviducts converge posteriorly from the ovaries to join immediately into the lateral part of the genital chamber, and there are two rounded accessory glands which open into its lateral sides. A sac-like spermatheca opens into the median part of the genital chamber. Besides, there are two other accesory glands one of them is sac-like and consists of a number of large glandular cells with a short and small duct opening anteriorly into a large membranous sac, the glandular reservoir, which is filled with liquid substance. The distal orifice of the reservoir opens into the basal part of the ovipositor. The second one is a long and slender tube ended with glandular enlargement, and its orifice is open to the distal part of the glandular reservoir of the sac-like gland through a short duct.

Ultrastructural examination of the reservotr revealed that its wall is comprised of a layer of pavement epithelial cells and a basement membrane. The cells are dominated by flat nuclei and scattered mitochondria. There are some scattered muscle fibers attaching to the surface of basement membrane at frequent intervals. The secretory cell is dominated by rough endoplasmic reticula and numerous mitochondria around the nuclear membrane. The Golgi bodies and microtubules often scatter throughout the cytoplasm of secretory cells.

The reproductive organs of the male adult include a pair of translucent testes, the ducts or vasa deferentia which partly enlarge as vesiculae seminales, and a pair of large sac-like accessory glands united at their proximal ends. The proximal end of the ejaculatory duct opens into the penis lumen.

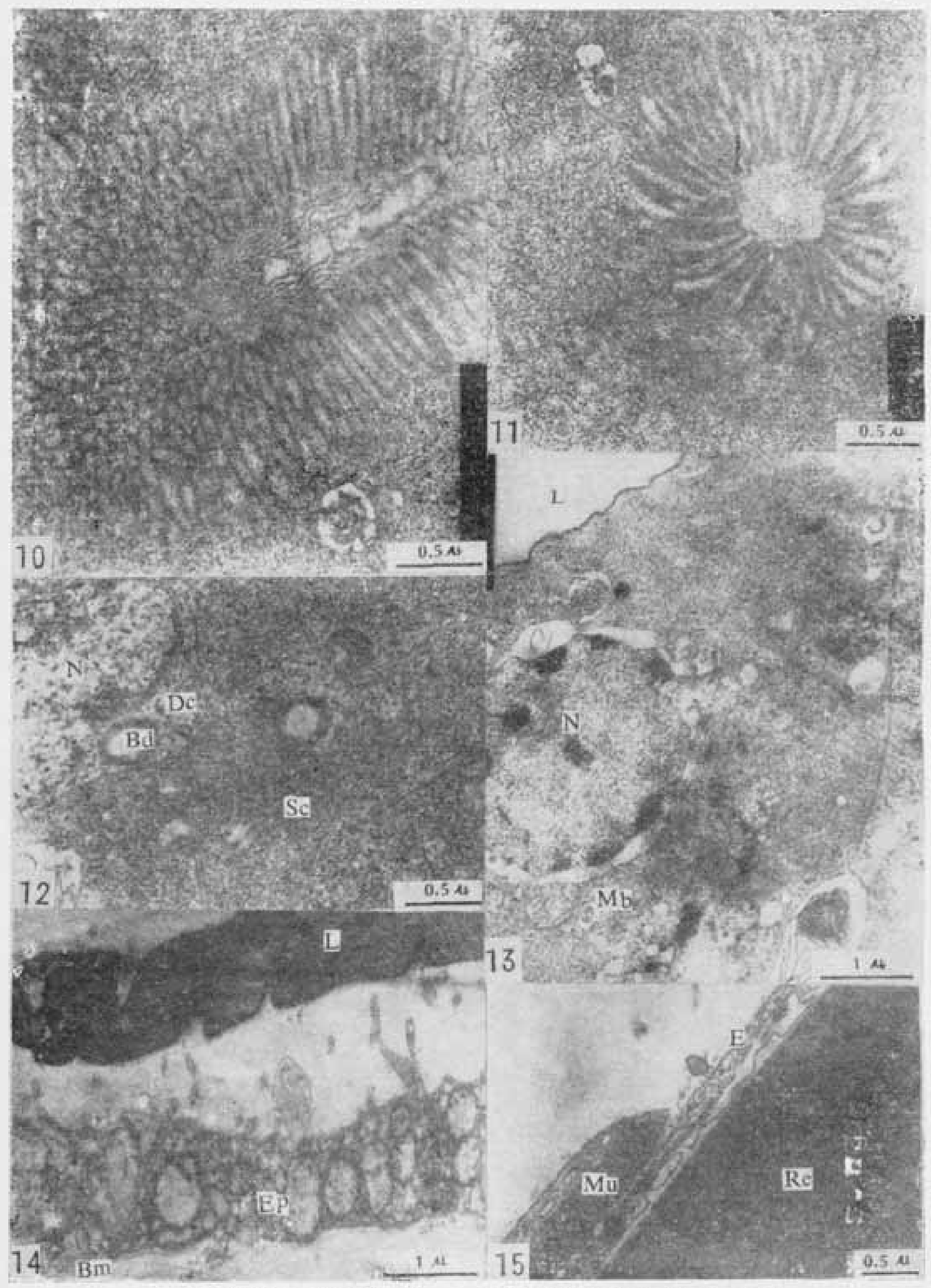
The size and shape of testes are more or less different in different developmental stages. In the early pupal stage, each testis is club-shaped, full of spermatogonia within its cavity and becomes a large pyramidal body in late pupal stage and full of sperm bundles. Almost all spermatozoa travel down to vesiculae seminales after emergence, and the testes are reduced to small flat rhomboid bodies.

Key words *Trichogramma confusum*——reproductive system——ultrastructure



1.拟澳洲赤眼蜂雌虫生殖器官模式图。 2.拟澳洲赤眼蜂一成熟卵巢。 3.拟澳洲赤眼蜂腹部横切片。 4.球状附腺和贮腺囊的扫描电镜照片。 5.拟澳洲赤眼蜂腹部部分纵切。6.拟澳洲赤眼蜂胸腹部分纵切。7.拟澳洲赤眼蜂雌虫球状附腺超微结构模式图。 8.拟澳洲赤眼蜂雄虫成虫生殖器官。 9.已被拟澳洲赤眼蜂产卵后的蓖麻蚕卵切片，示环绕拟澳洲赤眼蜂卵周围的区域着色较淡，无卵黄球。

A：生殖腔附腺、Cg 棒状附腺、Gc 生殖腔、Lo 侧输卵管、Ov 卵巢 Rg 贮腺囊、Sg 球状附腺、Sp 受精囊、Eg 卵巢内的卵、M中肠腔、Du 输腺管、O 贮腺囊前端开口、Tm 胸部肌肉、Bd 分枝管、B_m 基底膜、Dc 管细胞、D_g电子致密颗粒、Fm 松厚几丁质、G 高尔基体、Mb 溶酶体的髓样结构、Mi 线粒体、Mv 微绒毛、N 细胞核、Rer 粗面内质网，Ri 核糖体、Sa 分泌器(端器)、Sc 分泌细胞、Exg 外生殖器、Sv 贮精囊、Te 睾丸 Vd 输精管 Op 产卵管。



10.球状附腺分泌细胞的端器纵切。 11.球状附腺分泌细胞的端器横切。12.球状腺体的横切。 13.拟澳洲赤眼蜂生殖腔附腺的腺细胞。 14.棒状附腺横切。 15.贮腺囊腔壁。

L 腺腔、Ep 腺体囊壁的上皮细胞层、E 扁平上皮细胞层 M。肌肉。